



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1677-1907

Dezembro, 2002

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 6

Fotossíntese de Cajueiro-Anão Precoce Submetido ao Estresse Salino

Marlos Alves Bezerra
Francisco José de Seixas Santos
Claudivan Feitosa de Lacerda
Enéas Gomes Filho

Fortaleza, CE
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita, 2270 Pici

Caixa Postal 3761

Fone: (85) 299-1800

Fax: (85) 299-1803

Home page: www.cnpat.embrapa.br

E-mail: sac@cnpat.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: Oscarina Maria da Silva Andrade

Secretário-Executivo: Marco Aurélio da Rocha Melo

Membros: Francisco Marto Pinto Viana, Francisco das Chagas

Oliveira Freire, Heloisa Almeida Cunha Filgueiras,

Edineide Maria Machado Maia, Renata Tieko Nassu,

Henriete Monteiro Cordeiro de Azeredo

Supervisor editorial: Marco Aurélio da Rocha Melo

Revisão de texto: Maria Emília de Possídio Marques

Normalização bibliográfica: Rita de Cássia Costa Cid

Foto da capa: Cláudio de Norões Rocha

Editoração eletrônica: Arilo Nobre de Oliveira

1ª edição

1ª impressão (2002): 300 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

CIP - Brasil. Catalogação-na-publicação

Embrapa Agroindústria Tropical

Fotossíntese de cajueiro-anão precoce submetido ao estresse salino / Marlos Alves Bezerra... [et al.]. - Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2002.

16 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Besquisa e Desenvolvimento, 6).

1. Cajueiro-anão precoce. 2. *Anacardium occidentale* L. 3. Fotossíntese. 4. Salinidade. I. Bezerra, Marlos Alves. II. Santos, Francisco José de Seixas. III. Lacerda, Claudivan Feitosa de. IV. Gomes Filho, Enéas. V. Série.

CDD 634.573

© Embrapa 2002

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	9
Conclusão	12
Referências Bibliográficas	15

Fotossíntese de Cajueiro-Anão Precoce Submetido ao Estresse Salino

Marlos Alves Bezerra¹

Francisco José de Seixas Santos²

Claudivan Feitosa de Lacerda³

Enéas Gomes Filho⁴

Resumo

Com o objetivo de verificar o efeito do estresse salino em plântulas de cajueiro-anão precoce instalou-se um experimento, em que mudas enxertadas do clone CCP 76 foram submetidas a diversos níveis de salinidade. Os tratamentos salinos consistiram na aplicação diária de 50 mL da solução salina, diretamente no tubete, sem contato com as folhas. Semanalmente foram realizadas medidas das trocas gasosas das plantas e, após 30 dias, mediram-se a condutividade elétrica da água de drenagem, a área foliar das plantas, as matérias secas total e foliar e os teores foliares de cloreto, sódio e potássio. A irrigação dos tubetes com água salina proporcionou um acúmulo de sais no substrato e um aumento dos níveis de sódio e cloreto foliares dos tratamentos 2,5 e 3,0 dS m⁻¹, sem, contudo, alterar o teor de potássio foliar. O estresse salino não alterou a taxa fotossintética líquida, condutância estomática e transpiração, nem afetou a concentração interna de CO₂ das mudas de cajueiro-anão precoce, em nenhum dos níveis utilizados. Como consequência, a área foliar e as matérias secas das folhas e de toda a planta, em todos os tratamentos foram estatisticamente idênticas, reforçando a natureza não deletéria dos tratamentos utilizados.

Termos para indexação: cajueiro-anão, fotossíntese, estresse salino.

¹ Eng. agrôn., D.Sc., Embrapa Agroindústria Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita, 2.270, Pici, CEP 60511-110 Fortaleza, CE, tel.: (085) 299-1800, marlos@cnpat.embrapa.br

² Eng. agrôn., M.Sc., Embrapa Agroindústria Tropical.

³ Professor do Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará - UFC.

⁴ Professor do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Universidade Federal do Ceará - UFC.

Photosynthesis of Precocious Dwarf Cashew Submitted to Salt Stress

Abstract

The aim of this work was to study the effect of salt stress in seedlings of dwarf cashew. An experiment was conducted where seedling grafted of clone CCP 76 were submitted to diverse levels of salinity. The salt treatments consisted of the daily application of 50 mL of the saline solution, directly in container (288 cm³), without contact with leaves. Weekly, they were carried through measured of the leaf gas exchanges of the plants and, after 30 days, the electric conductivity of the draining water, the foliar area of the plants, the dry mater total and foliar and the levels of chloride, sodium and potassium leaves were mensured. The irrigation of containers with saline water provided an accumulation of salts in the substrate and an increase in the levels sodium and chloride of the leaves in treatments 2,5 and 3,0 dS m⁻¹, without modify the levels potassium leaves. The salinity did not modify the liquid photosynthetic rate, stomatic conductance, transpiration and internal CO₂, in none of the used levels. As consequence, the leaf area and the dry matter of leaves and total of all the treatments were statisticaley identical, strengthening the no deleterious nature of the treatments.

Index terms: dwarf cashew, photosynthesis, salt stress.

Introdução

O cajueiro, espécie heterozigótica, apresenta grande desuniformidade de genótipos e fenótipos, quando propagado por semente. Por esse motivo, recomenda-se a propagação vegetativa do mesmo. Entre os vários métodos de propagação vegetativa do cajueiro, dois são mais utilizados: a enxertia por borbulhia em placa e a enxertia por garfagem, em virtude da maior viabilidade técnica e econômica dos mesmos (Cavalcanti Júnior e Chaves, 2001).

Para se ter sucesso na produção de mudas de cajueiro, faz-se necessário uma infra-estrutura mínima de viveiro, com cuidado especial na qualidade da água utilizada, principalmente com relação aos níveis de sais.

A salinidade do solo é um dos estresses ambientais que mais limita o crescimento e reduz a produtividade das culturas. Uma elevada salinidade da água de irrigação pode provocar problemas de fitotoxidade e redução da absorção de alguns nutrientes. Dentre os processos afetados pelo estresse salino, destacam-se a síntese de proteínas, o metabolismo dos lipídios e a fotossíntese. A redução da fotossíntese em função da salinidade decorre de fechamento estomático e de inibição na atividade de fixação do carbono fotossintético (Heuer, 1997).

Segundo Bezerra (2001), a irrigação com solução salina provocou redução do número de folhas, da altura das plantas, do diâmetro do caule e da matéria seca da parte aérea e das raízes de porta-enxertos de cajueiro-anão precoce, e, ainda, na área foliar e na matéria seca de mudas enxertadas. Com uma concentração salina correspondente a uma condutividade elétrica de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, houve morte nas plantas. Aumento na salinidade do substrato também provoca redução e retardo da germinação de clones de cajueiro-anão precoce (Soares, 1998).

O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito da salinidade da água de irrigação nas trocas gasosas, especialmente sobre a taxa fotossintética, de mudas de cajueiro-anão precoce.

Material e Métodos

Para formação das mudas, adotou-se o sistema preconizado pela Embrapa Agroindústria Tropical produzindo-as em tubetes de polipropileno com capacidade para 288 cm^3 de substrato, na Estação Experimental de Pacajus, utilizando-se

garfos do clone CCP 76 enxertados sobre porta-enxertos do clone CCP 1001. Decorridos 45 dias após a enxertia, iniciou-se a aplicação dos tratamentos.

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Setor de Fisiologia Vegetal do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da Universidade Federal do Ceará. As mudas foram dispostas em um modelo inteiramente casualizado, com quatro repetições e três plantas por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de seis níveis de salinidade da água de irrigação, correspondendo às condutividades elétricas de 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 dS m⁻¹. A irrigação foi diária, aplicando-se 50 mL da respectiva solução, em cada tubete. Para o preparo das soluções salinas, utilizaram-se sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção de 7:2:1, obedecendo-se a relação entre CEa e concentração (mmol_c L⁻¹ = CE x 10), extraída de Rhoades et al. (1992).

A taxa fotossintética líquida (*A*), a condutância estomática ao vapor de água (*g_s*), a taxa transpiratória (*E*) e a concentração interna de CO₂ (*C_i*) foram medidas na segunda folha totalmente expandida, com o auxílio de um analisador de gás no infravermelho (IRGA). As medições foram realizadas semanalmente, entre dez e 12 horas, durante 30 dias.

Ao final do experimento, foram determinados a condutividade elétrica da água de drenagem (CEad), a área foliar e os pesos da matéria seca das folhas e matéria seca total. As amostras foliares secas foram moídas para a determinação dos teores de Na⁺, K⁺ e Cl⁻. Para os dois primeiros íons, a extração foi realizada de acordo com Miyazawa et al. (1984), adicionando-se a 500 mg do material vegetal 25 mL de H₂SO₄ -1N. Para a extração do Cl⁻, utilizou-se água desionizada. As misturas foram agitadas por uma hora e filtradas em papel de filtro. Os teores de Na⁺ e K⁺ foram determinados por fotometria de chama e o de Cl⁻ pelo método descrito por Gaines et al. (1984).

Resultados e Discussão

A irrigação das mudas com água salina proporcionou acúmulo de sais no substrato, comprovado pelo aumento da CEad. Os valores da CEad foram, com exceção dos dois primeiros tratamentos, praticamente o dobro da CEa das soluções aplicadas (Fig.1). Sob as mesmas condições de cultivo, Bezerra (2001), também encontrou acúmulo de sais no substrato, embora em concentra-

ções menores. Esse aumento na quantidade de sais do substrato propiciou uma elevação, em relação ao controle ($0,5 \text{ dS m}^{-1}$), dos níveis de sódio e cloreto foliares do tratamento $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ em 25% e 49% e do tratamento $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ em 48% e 59%, respectivamente (Fig. 2). Berkowitz (1998), observou que uma elevada concentração de sódio no solo pode ser compensada pelo acúmulo de K^+ , Cl^- ou mesmo Na^+ nas células, tendo em vista a manutenção do gradiente de potencial hídrico em favor da planta. Por outro lado, o aumento nos níveis de Na^+ pode provocar perda de K^+ das células. Contudo, em nenhum dos tratamentos, o teor de potássio foliar foi alterado (Fig. 2), atenuando a modificação na relação Na^+/K^+ .

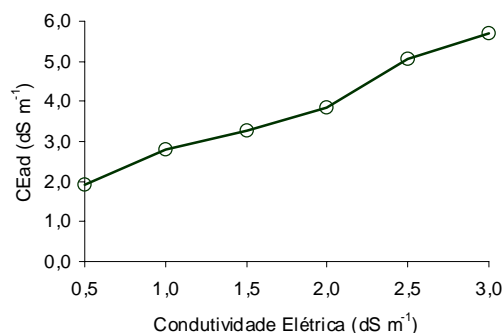


Fig. 1. Condutividade elétrica da água de drenagem (CEad) em função da condutividade elétrica da água de irrigação.

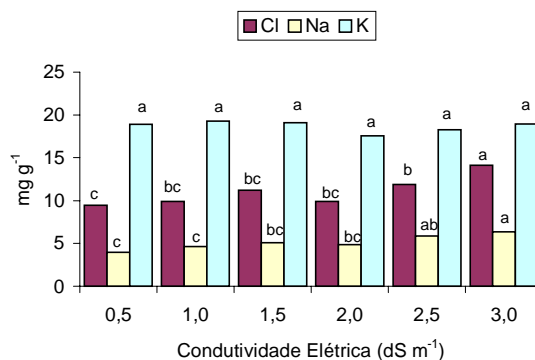


Fig. 2. Efeito da salinidade nos teores foliares de cloreto (Cl^-), sódio (Na^+) e potássio (K^+) de mudas de cajueiro-anão precoce. Para o mesmo íon, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a $p \leq 0,05$, pelo teste de Tukey.

Sob altas concentrações de Na^+ e/ou Cl^- no cloroplasto, o metabolismo do carbono e a fotofosforilação são alterados, inibindo a fotossíntese. Adicionalmente, uma alta relação Na^+/K^+ inibe a síntese de proteínas e inativa várias enzimas (Taiz e Zeiger, 2002). Entretanto, como pode ser observado na Tabela 1, o estresse salino não alterou a taxa fotossintética líquida, condutância estomática e transpiração, nem afetou a concentração interna de CO_2 das mudas de cajueiro-anão precoce, em nenhum dos níveis utilizados. A não alteração da taxa fotossintética à aplicação dos sais sugere que os teores de sódio e cloreto encontrados nas plantas estressadas estavam abaixo do valor limite, uma vez que independente da espécie utilizada, o estresse salino provoca fechamento estomático e decréscimo na concentração interna de CO_2 (Dubey, 1997) ou, ainda, os mesmos encontravam-se eficientemente compartimentalizados no vacúolo, sugestão reforçada pela manutenção dos níveis foliares de potássio (Fig. 2).

Como consequência da manutenção das taxas fotossintéticas das plantas, a área foliar e a matéria seca das folhas e matéria seca total de todos os tratamentos foram estatisticamente idênticas (Tabela 2), reforçando a natureza não deletéria dos tratamentos utilizados, conforme pode ser observado na Fig. 3.

Conclusão

Nas condições experimentais testadas, a salinização da água de irrigação não provocou mudanças no desempenho fotossintético das plantas, o que favoreceu a manutenção do crescimento e da produção de matéria seca das mudas de cajueiro-anão precoce.

Tabela 1. Efeito da salinidade na taxa fotossintética líquida (A), na condutância estomática ao vapor de água (g_s), na taxa transpiratória (E) e na concentração interna de CO_2 (C_i) de mudas de cajueiro-anão precoce.

Dias de estresse	Tratamento CEa (dS m ⁻¹)	A (mol m ⁻² s ⁻¹)	g_s (mol m ⁻² s ⁻¹)	E (mmol m ⁻² s ⁻¹)	C_i (mol m ⁻¹)
0	0,5	8,68 a	0,497 a	8,60 a	296 a
	1,0	8,68 a	0,497 a	8,60 a	296 a
	1,5	6,08 b	0,300 b	7,10 b	288 a
	2,0	8,98 a	0,480 a	8,37 ab	291 a
	2,5	7,00 ab	0,357 ab	7,77 ab	292 a
	3,0	7,77 ab	0,370 ab	7,77 ab	286 a
7	0,5	7,71 a	0,355 a	7,11 a	297 ab
	1,0	7,24 a	0,377 a	7,37 a	306 ab
	1,5	7,45 a	0,277 a	6,82 a	294 b
	2,0	9,38 a	0,435 a	7,65 a	301 ab
	2,5	7,33 a	0,345 a	7,17 a	308 a
	3,0	7,29 a	0,274 a	6,79 a	301 ab
14	0,5	4,81 a	0,413 a	7,26 a	318 a
	1,0	5,15 a	0,400 ab	7,09 a	313 a
	1,5	3,96 a	0,342 ab	6,47 ab	323 a
	2,0	4,48 a	0,329 ab	6,46 ab	321 a
	2,5	3,75 a	0,229 b	5,45 b	320 a
	3,0	3,74 a	0,289 ab	6,13 ab	328 a
21	0,5	7,09 a	0,306 ab	6,76 a	294 b
	1,0	6,04 ab	0,327 a	6,89 a	310 a
	1,5	5,54 ab	0,280 ab	6,43 b	310 a
	2,0	4,34 ab	0,173 ab	5,50 ab	303 ab
	2,5	3,23 b	0,132 b	4,75 b	309 ab
	3,0	4,20 ab	0,185 ab	5,70 ab	299 ab
30	0,5	6,03 a	0,292 a	6,59 a	288 a
	1,0	5,96 a	0,313 a	6,76 a	289 a
	1,5	5,87 a	0,317 a	7,12 a	292 a
	2,0	5,89 a	0,247 a	6,80 a	286 a
	2,5	5,22 a	0,216 a	6,29 a	288 a
	3,0	6,20 a	0,281 a	7,26 a	288 a

Nas colunas, dentro de cada dia de avaliação, médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a $p \leq 0,05$, pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Efeito da salinidade na área foliar e matéria seca foliar e matéria seca total de mudas de cajueiro-anão precoce.

Tratamento CEa (dS m ⁻¹)	Área Foliar (cm ²)	MS Folhas (g)	MS Total (g)
0,5	244,72	1,57	4,48
1,0	214,10	1,35	3,94
1,5	220,04	1,32	3,87
2,0	243,50	1,55	4,22
2,5	215,03	1,18	3,37
3,0	192,62	1,18	4,08

Os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si a $p \leq 0,05$, pelo teste de Tukey.



Fig. 3. Visão geral de plantas de cajueiro-anão precoce após 30 dias de aplicação da salinidade.

Referências Bibliográficas

- BERKOWITZ, G.A. Water and salt stress. In: RAGHAVENDRA, A.S. (Ed.). **Photosynthesis: a comprehensive treatise**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998. p.226-237.
- BEZERRA, I.L. **Produção de mudas enxertadas de cajueiro anão precoce, usando águas de diferentes salinidades**. 2001. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.
- CAVALCANTI JUNIOR, A.T.; CHAVES, J.C.M. **Produção de mudas de cajueiro**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 43p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 42).
- DUBEY, R.S. Photosynthesis in plants under stressful conditions. In: PESSARAKLI, M. (Ed.). **Handbook of photosynthesis**. New York: Marcel Dekker, 1997. p.859-876.
- GAINES, T.P.; PARKER, M.B.; GASCHO, G.J. Automated determination of chlorides in soil and plant tissue by sodium nitrate. **Agronomy Journal**, Madison, v.76, p.371-374, 1984.
- HEUER, B. Photosynthetic carbon metabolism of crops under salt stress. In: PESSARAKLI, M. (Ed.). **Handbook of photosynthesis**. New York: Marcel Dekker, 1997. p.887-896.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; BLOCH, M.F.M. Avaliação de métodos com e sem digestão para extração de elementos em tecidos de plantas. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.36, p.1953-1958, 1984.

RHOADES, J.P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **The use saline waters for crop production**. Roma: FAO, 1992. 133p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48).

SOARES, A.C.D. **Tolerância de porta-enxertos de cajueiro anão-precoce (*Anacardium occidentale* L.) à salinidade do substrato**. 1998. 40f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Sunderland: Sinauer Associates, 2002. 690p.